

⑦① Anmelder:

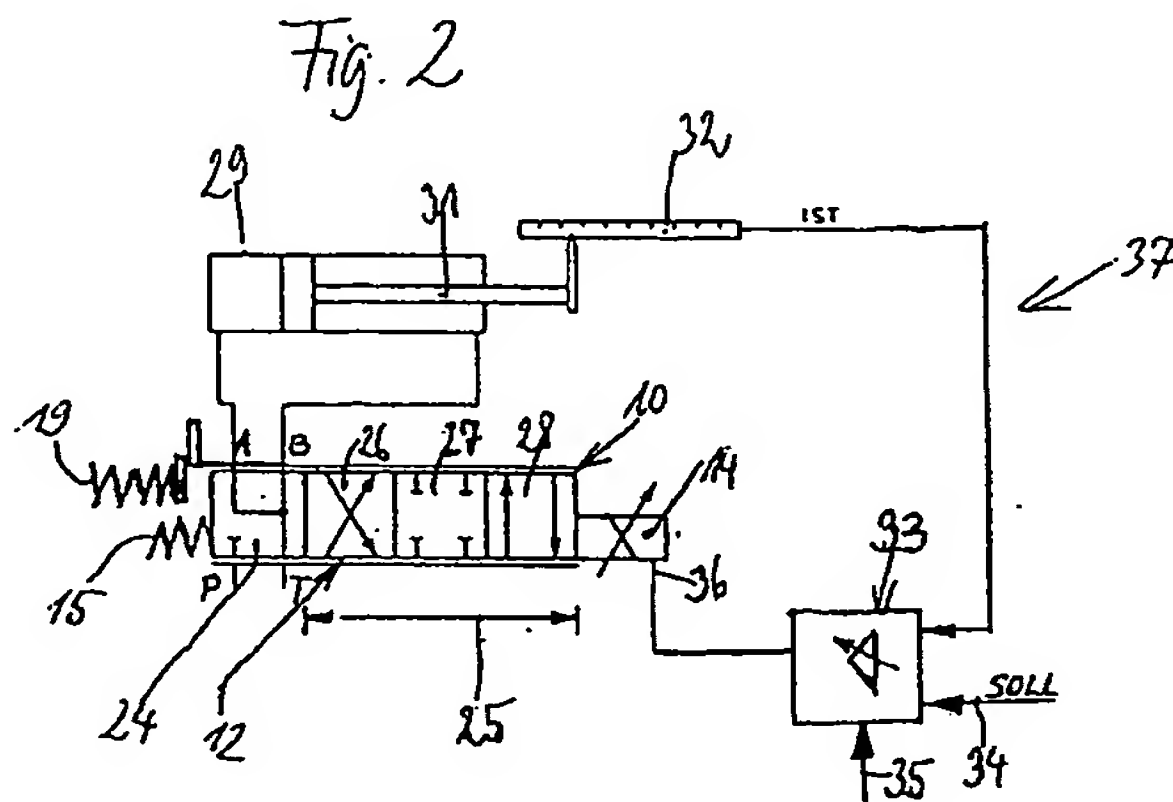
Robert Bosch GmbH, 7000 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:

Schuttenberg, Eckard, 7000 Stuttgart, DE; Pfuhl,  
Berthold, Dipl.-Ing. (FH), 7145 Markgroeningen, DE;  
Leutner, Volkmar, Dipl.-Ing., 7251 Friolzheim, DE;  
Blumendeller, Wilhelm, Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart, DE

⑤④ Elektrohydraulisches Regelwegeventil

Es wird ein elektrohydraulisches Regelwegeventil (10) in einer 4Wege-4Stellungs-Bauart mit von einem einzigen Proportionalmagneten (14) gegen Federkraft ausgelenkten Steuerschieber (12) vorgeschlagen, bei dem die Abgrenzung des Regelbereichs (25) des Steuerschiebers (12) vom Fail-safe-Bereich (24) über die Größe des Magnetstroms vorgenommen wird. Durch einen Kraftsprung (43) am Übergang der Bereiche (25, 24) wird sichergestellt, daß trotz der von Bauteiltoleranzen verursachten Kennlinienverschiebungen der Regelbereich (25) bis zu einem vorgegebenen Grenzstromwert (41) nicht verlassen wird. Am Regelwegeventil (12) selbst kann dadurch ein Wegaufnehmer mit Lagerückführung eingespart werden.



## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem elektrohydraulischen Regelwegeventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Es ist schon ein solches elektrohydraulisches Regelwegeventil aus der DE-OS 28 40 831 bekannt, das als 4Wege-4Stellungsventil ausgebildet ist und dessen Steuerschieber von einem einzigen Proportionalmagneten gegen die Kraft einer Feder über den gesamten Hubbereich verstellbar ist. Der Hubbereich setzt sich dabei zusammen aus einem über drei Arbeitsstellungen sich erstreckenden Regelbereich und aus einer an diesen Regelbereich angrenzenden Sicherheitsstellung, die auch als Fail-safe-Stellung bezeichnet wird. Dieses Regelwegeventil bildet die Vorsteuerstufe für eine als Stellmotor dienende Hauptstufe, wobei zur Ansteuerung des Regelwegeventils ein elektronisches Steuergerät dient, zu dem eine zweifache Lagerückführung von der Hauptstufe und von der Vorsteuerstufe erfolgt. Solche Proportionalventile mit zweifacher Lagerückführung werden dort eingesetzt, wo hohe Anforderungen an die Genauigkeit, die Dynamik und die Sicherheit der Regelung zu erfüllen sind. Aus den vom Wegaufnehmer am Regelwegeventil rückgeführten Signalen über die Ankerlage kann dabei im elektronischen Steuergerät ermittelt werden, ob sich der Steuerschieber der Vorsteuerstufe innerhalb des Regelbereichs befindet oder seine Sicherheitsstellung einnimmt. Es kann nun von Nachteil sein, daß für diese Erkennungsfunktion am Regelwegeventil ein gesonderter Wegaufnehmer und eine zugehörige Lagerückführung notwendig sind, wodurch der Aufwand hinsichtlich Kosten und Raumbedarf erhöht wird.

Ferner ist eine elektro-hydraulische Vorschubsteuerung bekannt, bei der ein 4/4-Regelwegeventil mit einem zugeordneten Stellmotor in einem geschlossenen Lageregelkreis liegt, in dem sowohl die Lage des Stellmotors als auch diejenige des Steuerschiebers im Regelwegeventil zu einem elektronischen Steuergerät rückgeführt werden. Auch hier wird die Fail-safe-Position aus der Lagerückführung des Magnetankers am Regelwegeventil abgeleitet, so daß der Aufwand für die zweifache Lagerückführung relativ hoch ist.

## Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße elektrohydraulische Regelwegeventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß unter weitgehender Beibehaltung bisheriger Funktionen wie Genauigkeit und Dynamik, die Sicherheitsstellung am Regelwegeventil auch dann erkennbar ist, wenn der sonst übliche Wegaufnehmer und die zugehörige Lagerückführung von dessen Steuerschieber bzw. Magnetanker weggelassen wird. Dazu sind lediglich relativ einfache, konstruktive Mittel im Regelwegeventil erforderlich. Die hierfür erforderliche zusätzliche Feder kann ohne zusätzlichen Raumbedarf im bisherigen Federraum des Regelwegeventils untergebracht werden. Auch im elektronischen Steuergerät sind hierfür nur geringfügige Änderungen notwendig. Das Erkennen der Sicherheitsfunktion läßt sich mit Hilfe von einfachen, kostengünstigen Maßnahmen realisieren, so daß durch die Einsparung eines bisher üblichen, vollständigen Wegaufnehmers mit Rückführung ein erheblicher Vor-

teil hinsichtlich Kosten und Raumbedarf erzielbar ist. Die zusätzliche, parallelgeschaltete Feder verursacht in der Kennlinie des Magnetstroms abhängig vom Hub des Steuerschiebers einen Kraftsprung am Übergang von Sicherheitsstellung in den Regelbereich, aus dem durch Vergleich mit einem Grenzstromwert das elektronische Steuergerät auf einfache und kostengünstige Weise feststellen kann, ob sich der Steuerschieber im Regelbereich oder in der Sicherheitsstellung befindet. Am Regelwegeventil auftretende Toleranzfelder lassen sich dabei ohne weiteres berücksichtigen.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen elektrohydraulischen Regelwegeventils möglich. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus der Beschreibung und der Zeichnung.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein erfindungsgemäßes Regelwegeventil,

Fig. 2 das Regelwegeventil nach Fig. 1 in vereinfachter Darstellung in einem geschlossenen Regelkreis,

Fig. 3 eine Kennlinie des Regelwegeventils nach Fig. 1, welche den Verlauf der Magnetkraft  $F$  in Abhängigkeit vom Magnethub  $s$  darstellt,

Fig. 4 einen Teilschnitt durch das Regelwegeventil nach Fig. 1 in vergrößertem Maßstab mit dem Steuerschieber in seiner Sicherheitsstellung und in Fig. 5 am Übergang von Sicherheitsstellung in den Regelbereich.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Die Fig. 1 zeigt ein Regelwegeventil 10, das als 4Wege-4Stellungsventil ausgeführt ist und dessen grundsätzlicher Aufbau und Funktion an sich bekannt sind, z. B. aus der DE-PS 28 40 831, so daß auf dessen Bauweise nur soweit eingegangen wird, als zum Verständnis der Erfindung notwendig ist.

Das Regelwegeventil 10 nimmt in einem Gehäuse 11 einen längsbeweglichen Steuerschieber 12 auf, der von einem Anker 13 eines einfachwirkenden Proportionalmagneten 14 gegen die Kraft einer ersten Feder 15 über den gesamten Hubbereich verstellbar ist. Die in einem Federraum 16 angeordnete erste Feder 15 stützt sich dabei an einem gehäusefesten Bauteil, einem Deckel 17 sowie an einer Stirnseite 18 des Steuerschiebers 12 ab. Im Federraum 16 ist koaxial zur ersten Feder 15 eine zweite Feder 19 angeordnet, die zur ersten Feder 15 parallelgeschaltet ist. Die zweite Feder 19 stützt sich einerseits am Deckel 17 und andererseits über einen Federteller 21 an einem gehäusefesten Absatz 22 ab, wie dies aus den Teilschnitten nach Fig. 4 und 5 in vergrößertem Maßstab deutlicher zu erkennen ist.

Der Steuerschieber 12 weist ferner einen der Stirnseite 18 zugewandten Bund 23 auf, der in einer federzentrierten Sicherheitsstellung 24, wie sie in Fig. 2 und in Fig. 4 dargestellt sind, im Abstand von dem Federteller 21 liegt.

Wie die Fig. 2 besonders deutlich zeigt, kann der Steuerschieber 12 durch den Proportionalmagneten 14 aus dieser federzentrierten Sicherheitsstellung 24 heraus in einen Regelbereich 25 ausgelenkt werden, wobei sich dieser Regelbereich 25 aus einer ersten Arbeitsstel-

lung 26, einer Mittelstellung 27 sowie einer zweiten Arbeitsstellung 28 erstreckt. Das Regelwegeventil 10 stellt in diesen Arbeitsstellungen 26 bis 28 die aufgezeigten Druckmittelverbindungen her, um den an ihm angeschlossenen hydraulischen Stellmotor 29 in an sich bekannter Weise so zu steuern, daß dessen Stellglied 31 in beiden Richtungen steuerbar und hydraulisch in jeder Lage feststellbar ist. Die jeweilige Lage des Stellgliedes 31 wird von einem elektromechanischen Wegaufnehmer 32 abgegriffen und als Lageistwert einem elektronischen Steuergerät 33 eingegeben, dem zusätzlich auch das Sollwertsignal 34 zugeführt wird. Dem elektronischen Steuergerät 33 wird ferner an einem Eingang 35 ein Grenzwert für den Magnetstrom vorgegeben, während das Ausgangssignal des elektronischen Steuergeräts 32 dem elektrischen Eingang 36 des Proportionalmagneten 14 zugeführt wird.

Regelwegeventil 10 und Stellmotor 29 liegen somit in einem geschlossenen Regelkreis 37, der lediglich mit einer Lagerückführung vom Stellmotor arbeitet, während ein Wegaufnehmer mit Lagerückführung am Regelwegeventil 10 selbst entfällt.

Die Wirkungsweise des Regelwegeventils 10 wird wie folgt erläutert, wobei auch auf die Fig. 3 Bezug genommen wird, deren Kennlinie 38 den Verlauf der Magnetkraft  $F$  in Abhängigkeit vom Magnethub  $s$  des Proportionalmagneten 14 zeigt. Da beim Proportionalmagneten 14 die Magnetkraft  $F$  im wesentlichen proportional ist zum Magnetstrom  $I$ , gilt diese Kennlinie 38 auch für diese Größe. Im übrigen wird die prinzipielle hydraulische Steuerfunktion solcher Regelwegeventile als an sich bekannt vorausgesetzt.

Bei nicht erregtem Proportionalmagneten 14 wird der Steuerschieber 12 allein von der ersten Feder 15 in die Sicherheitsstellung 24 gedrückt, während sich die stärkere, parallelgeschaltete, zweite Feder 19 über ihren Federteller 21 an dem gehäusefesten Absatz 22 abstützt und somit keinen Einfluß auf den Steuerschieber 12 ausübt. Diese Sicherheitsstellung 24 ist in Fig. 1, Fig. 2 und vergrößert im Detail in Fig. 4 dargestellt, wobei der Bund 23 am Steuerschieber 12 im Abstand vom Federteller 21 liegt. Diese Sicherheitsstellung 24 ist in Fig. 3 durch einen Abschnitt 39 der Kennlinie 38 definiert, wobei der Proportionalmagnet 14 entweder nicht erregt ist oder der Magnetstrom an seinem Eingang 36 so klein ist, daß er unterhalb dem am Eingang 35 des elektronischen Steuergeräts 33 eingegebenen Grenzwert 41 für den Magnetstrom  $I$  liegt. Der Verlauf des Abschnitts 39 der Kennlinie 38 wird dabei durch die relativ schwache, erste Feder 15 bestimmt.

Bei ansteigendem Magnetstrom erreicht schließlich der Steuerschieber 12 den in Fig. 3 dargestellten Hubwert 42, wobei sich der Bund 23 des Steuerschiebers 12 an dem Federteller 21 anlegt, wie dies in Figur 5 dargestellt ist. In dieser Hubstellung 42, also am Übergang von Sicherheitsstellung 24 in den Regelbereich 25 muß nun der Proportionalmagnet 14 durch einen sprunghaft erhöhten Magnetstrom einen Kraftsprung 43 überwinden, bevor der Steuerschieber 12 gegen die Kräfte beider Federn 15 und 19 weiter ausgelenkt wird und dabei gemäß dem zweiten Abschnitt 44 der Kennlinie 38 innerhalb der drei Arbeitsstellungen 26 bis 28 verstellt werden kann.

Beim Regelwegeventil 10 ist es somit ohne eine spezielle Lagerückführung vom Proportionalmagneten 14 bzw. dem zugeordneten Steuerschieber 12 möglich, daß der Übergang vom Regelbereich 25 zum Fail-safe-Bereich 24 erkannt und gesteuert wird, indem hierzu der in

diesem Übergang sprunghaft verlaufende Magnetstrom zum Proportionalmagneten 14 benutzt wird. Dies läßt sich erreichen, indem der Bereich unterhalb des Stromgrenzwertes 41 als Sicherheits-Bereich definiert wird. Die Größe des Kraftsprunges 43 wird dabei so groß gewählt, daß selbst bei Einbeziehung der durch Bauteiltoleranzen auftretenden Toleranzfelder 45 im Kennlinienverlauf sichergestellt ist, daß bis zum Grenzstromwert 41 der Regelbereich 25 nicht verlassen wird und das Regelventil 12 den geforderten Durchfluß noch erreicht. Die Kennlinie 38 in Fig. 3 ist zugleich auch ein Abbild der Regelfederkennlinie, wobei durch den Kraftsprung 43 ein Bereich geschaffen wird, in welchem der Magnetstrom zum Proportionalmagnet 14 in gewissen Grenzen verändert werden kann, ohne daß dies einen Einfluß auf die Stellung des Steuerschiebers 12 hätte.

Mit vorliegendem Regelwegeventil 10 lassen sich die Anforderungen an derartige Proportionalventile hinsichtlich statischer Genauigkeit und Dynamik eines Regelventils weitgehend erfüllen, wobei eine Abgrenzung des Regelbereichs 25 von einem Fail-safe-Bereich 24 allein über den Magnetstrom möglich ist, so daß ein relativ aufwendiger, teurer Wegsensor mit zugehöriger Lagerückführung am Proportionalmagnet 14 entfallen kann, wodurch das Regelwegeventil 10 kostengünstiger und platzsparender baut.

Selbstverständlich sind Änderungen an der gezeigten Bauart möglich, ohne vom Gedanken der Erfindung abzuweichen. So kann das Regelwegeventil 10 in einer einstufigen, zwei- oder mehrstufigen Bauweise verwendet werden. Ferner läßt sich anstelle des doppeltwirkenden Stellmotors 29 auch ein einfachwirkender Motor ansteuern. Der Stellmotor 29 im geschlossenen Regelkreis 37 kann dabei in beliebiger Weise als Antrieb verwendet werden, sei es als Hauptstufe in einem zweistufigen Ventil, als Zylinder in einer Pumpenverstellung, als Vorschubantrieb oder in anderer geeigneter Weise. Auch kann der Steuerschieber 12 in der Sicherheitsstellung 24 anstelle der gezeichneten Schaltverbindungen andere Fluidverbindungen aufweisen.

#### Patentansprüche

1. Elektrohydraulisches Regelwegeventil zur Steuerung eines hydraulischen Stellmotors mit einem in einem Gehäuse angeordneten Steuerschieber, der von einem einzigen Proportionalmagneten gegen die Kraft einer Feder über seinen Hubbereich verstellbar ist, der neben einem mehrere Arbeitsstellungen aufweisenden Regelbereich eine daran angrenzende Sicherheitsstellung aufweist, in die der Steuerschieber bei Ausfall der Ansteuerung von der Feder verstellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß dem Steuerschieber (12) eine zur ersten Feder (15) parallel geschaltete, zweite Feder (19) zugeordnet ist, die mit dem Steuerschieber (12) in dessen Regelbereich (25) in Wirkverbindung steht und die in einer die Magnetkraft ( $F$ ) bzw. den Magnetstrom ( $I$ ) abhängig vom Hub ( $s$ ) des Steuerschiebers (12) darstellenden Kennlinie (38) einen die Sicherheitsstellung (24) vom Regelbereich (25) trennenden Sprung (43) erzeugt.

2. Regelwegeventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Proportionalmagnet (14) von einem elektrischen bzw. elektronischen Steuergerät (33) angesteuert wird, dem ein Magnetstrom-Grenzwert (41) eingebbar ist, dessen Unterschreiten die Sicherheitsstellung (24) signalisiert.



3. Regelwegeventil nach Anspruch 1 oder 2, das mit dem Stellmotor in einem geschlossenen Regelkreis liegt, in dem die Lage des Stellmotors rückgeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkreis (37) lediglich eine, insbesondere einzige Lagerückführung (32) vom Stellmotor (29) aufweist. 5

4. Regelwegeventil nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zweite Feder (19) im wesentlichen konzentrisch zur ersten Feder (15) angeordnet ist und die erste Feder (15) sich an einem gehäusefesten Bauteil (17) und an einer Stirnfläche (18) des Steuerschiebers (12) abstützt, während die zweite Feder (19) sich am gehäusefesten Bauteil (17) und über einen Federteller (21) an einem gehäusefesten Absatz (22) abstützt, wobei dem Federteller (21) ein Bund (23) am Steuerschieber (12) zugeordnet ist, der in Sicherheitsstellung (24) im Abstand von ihm und am Übergang zum Regelbereich (25) an ihm anliegt. 10 15

5. Regelwegeventil nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sprung (43) der Magnetstrom-Hub-Kennlinie (38) so groß gewählt ist, daß unter Berücksichtigung der Toleranzeinflüsse (45) ein Bereich verbleibt, in dem Stromänderungen keinen Einfluß auf die Steuerschieberstellung haben. 20 25

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

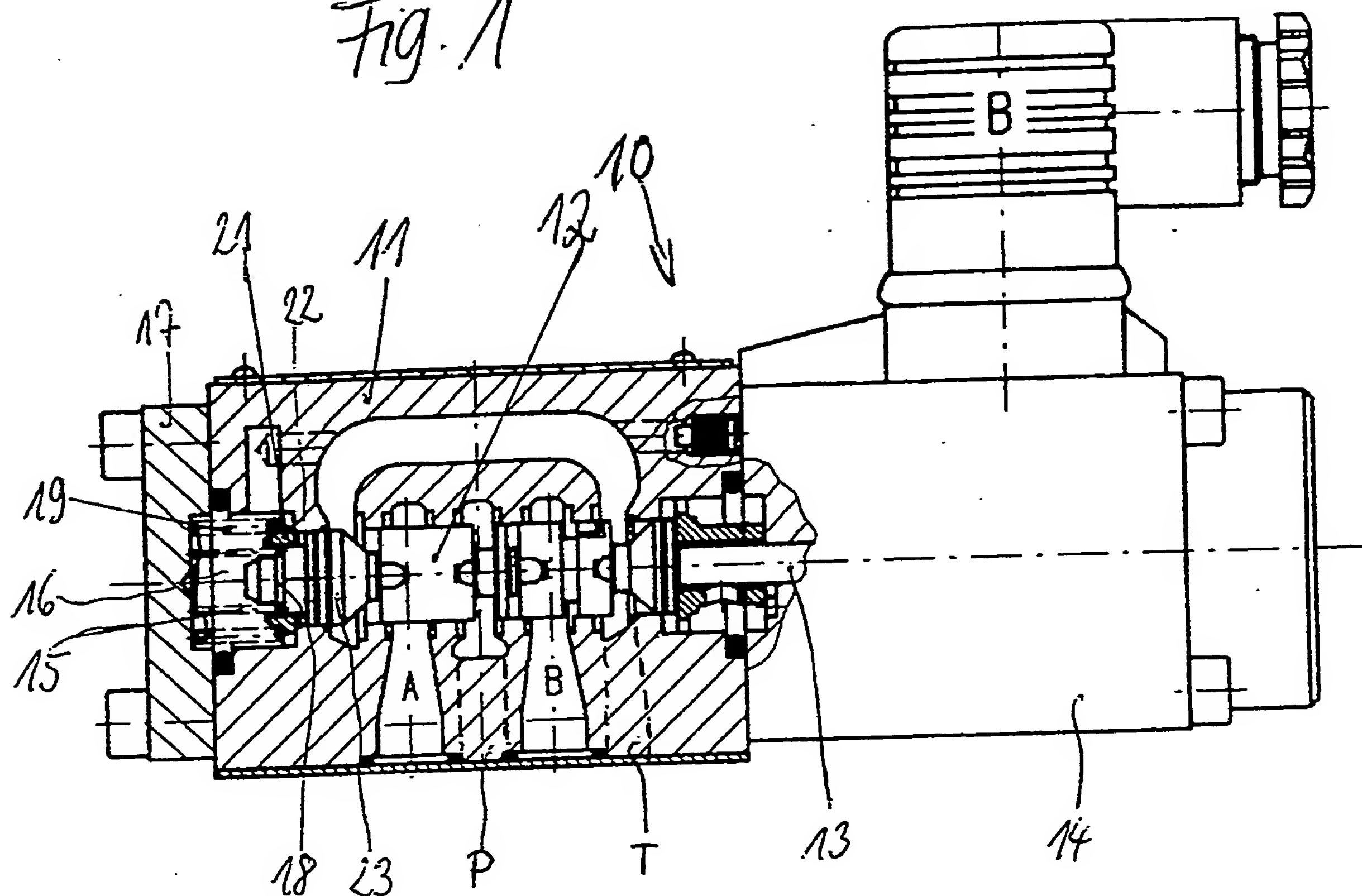


Fig. 2

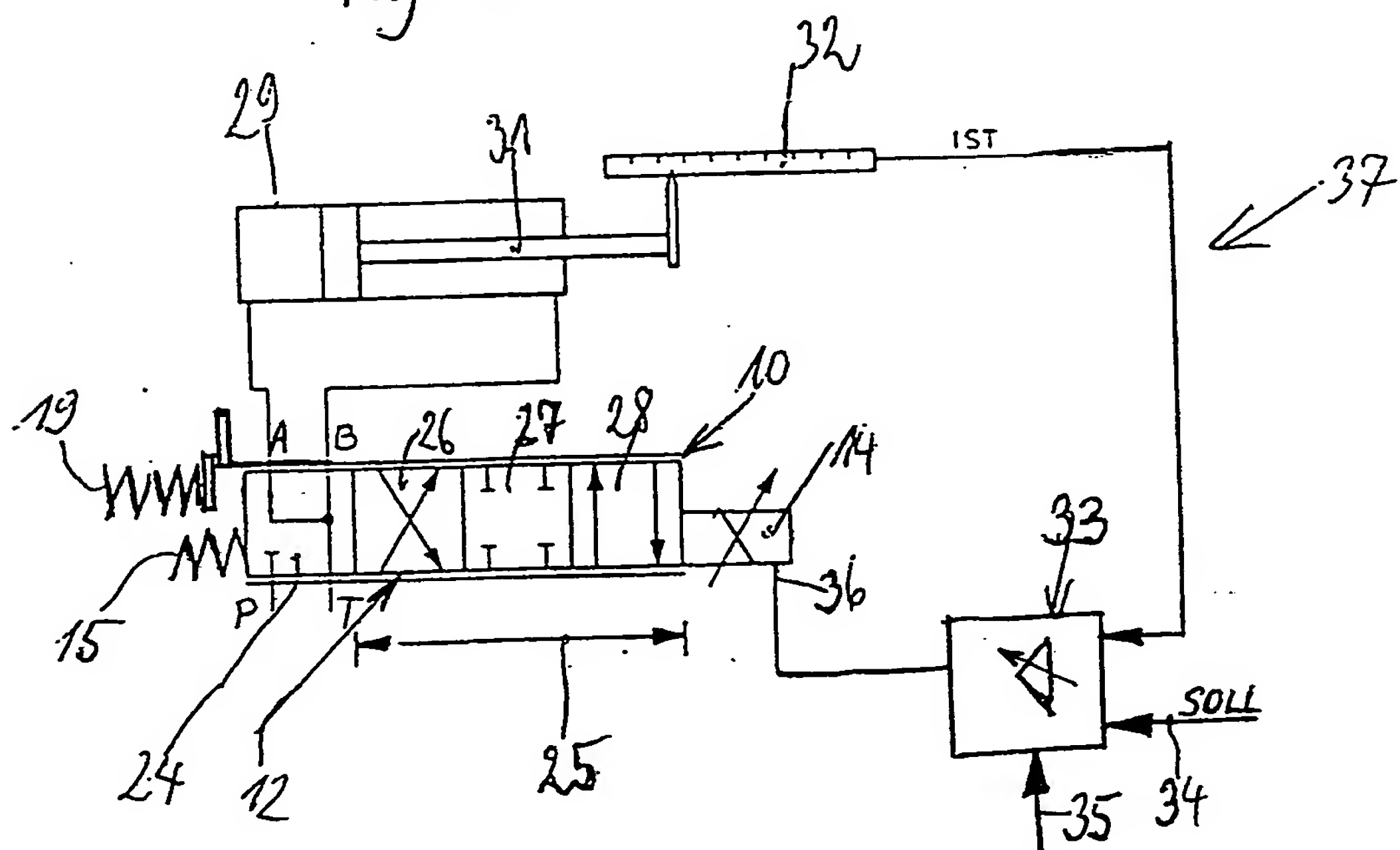
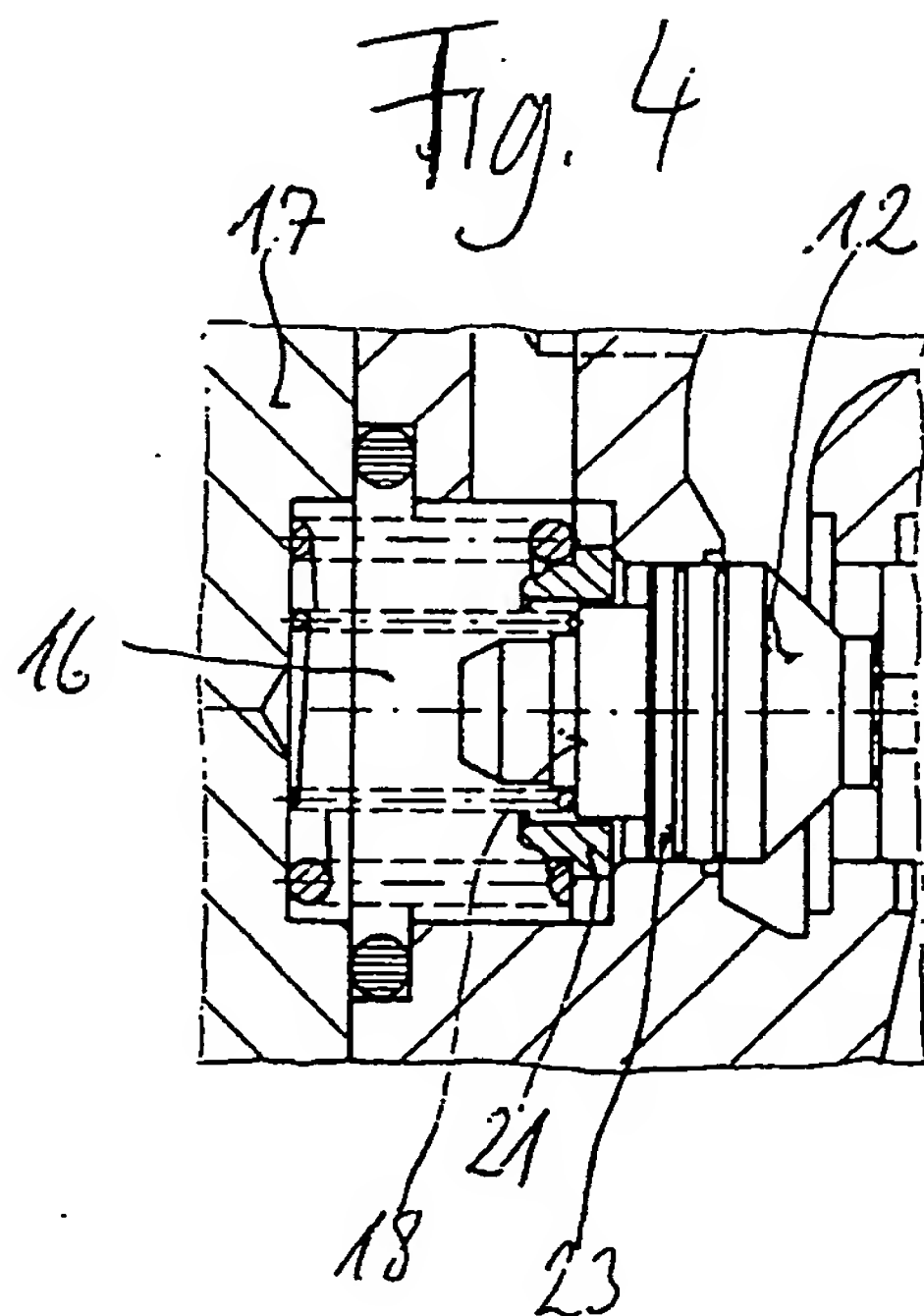
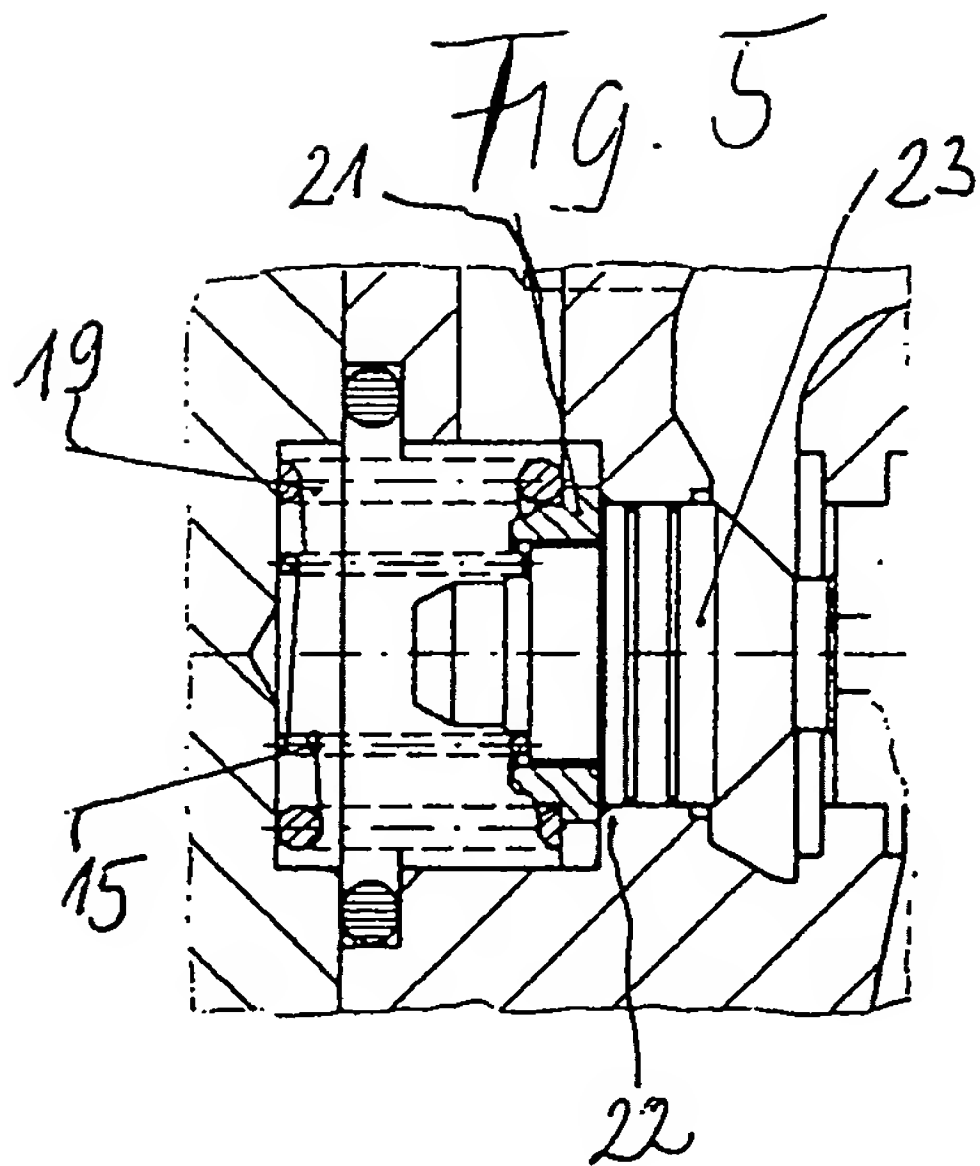
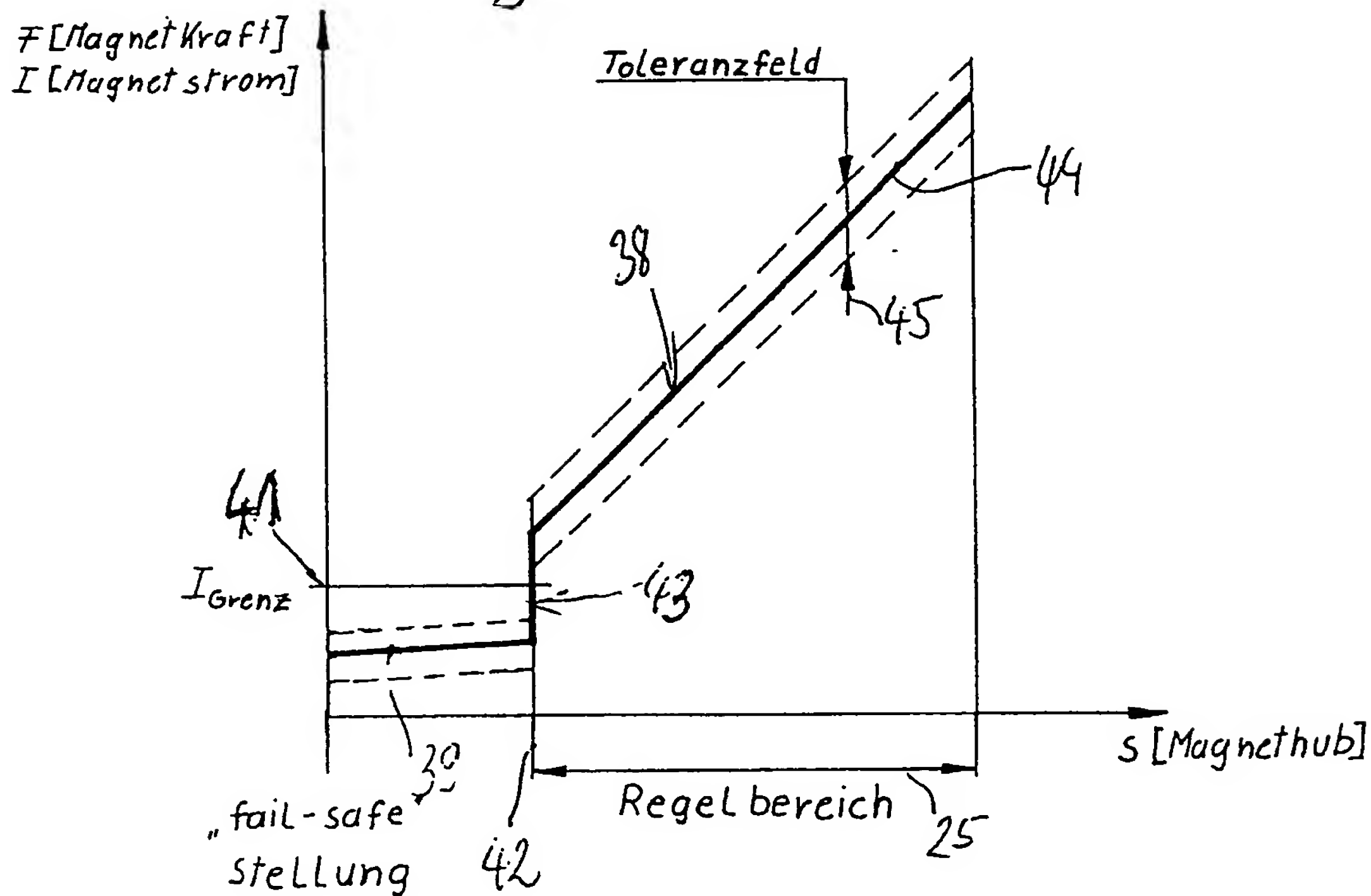


Fig. 3



BEST AVAILABLE COPY